



INTERVENCIONES NEUROFISIOLÓGICAS NO INVASIVAS PRECOCES EN LAS LESIONES AGUDAS CEREBRALES Y DE MÉDULA ESPINAL

Josep Valls Solé

Hospital Clínic i Provincial de Barcelona

Hatice Kumru Cam

Institut Guttmann Hospital de Neurorehabilitació

Jordi Montero Homs

Hospital Universitari de Bellvitge





1. Resumen

1. Objetivos

1. Caracterizar los mecanismos fisiopatológicos involucrados en el inicio de la espasticidad.
2. Analizar el efecto de intervenciones terapéuticas neurofisiológicas precoces no invasivas en la espasticidad y las secuelas funcionales motoras del síndrome de la neurona motora superior.

2. Resultados

Los hallazgos realizados a partir del desarrollo del proyecto se han dividido en cuatro apartados:

1) Contribuciones al conocimiento de los aspectos básicos del control motor y de la percepción sensorial en sujetos sanos.

I) Efectos de la estimulación con corriente directa sobre la percepción de estímulos nociceptivos en la palma de la mano. Westgeest *et al.* (2014) demuestran un mejor control cortical de los efectos de estímulos nociceptivos en la palma que en el dorso de la mano.

II) Facilitación del potencial evocado motor por contracción voluntaria. Brum *et al.* (2016) ponen de manifiesto la importancia de la medida de la duración del potencial evocado motor en la valoración de la facilitación por contracción voluntaria.

III) Relación entre el período de silencio cutáneo y la temperatura de la extremidad. Kofler *et al.* (2014) muestran que la temperatura modifica las características de los reflejos inhibitorios de la extremidad superior.

IV) Efecto de la reacción de sobresalto sobre los movimientos generados interoceptivamente. Castellote *et al.* (2013) demuestran que un sobresalto modifica la ejecución de movimientos, incluidos aquellos que se generan voluntariamente.

V) Preparación para aterrizar después del inicio voluntario de una caída. Castellote *et al.* (2012) ponen de manifiesto que el aterrizaje después de una caída programada se prepara ya desde el propio momento del inicio de la caída.

VI) Mejoría técnica para el estudio de la percepción sensorial. Medici *et al.* (2013) desarrollan una técnica de estudio cuantitativo de la sensibilidad a la temperatura (termotest dinámico), apropiada para la evaluación de las neuropatías de fibras pequeñas, de gran utilidad clínica.

2) Caracterización de las afecciones que cursan con espasticidad

I) Onda H en pacientes con lesión medular. Kumru *et al.* (2015) muestran que la amplitud de la onda H del músculo sóleo refleja la gravedad de la lesión medular.

II) Respuesta sudomotora en lesión medular. Kumru *et al.* (2014) muestran que la función autónoma reaparece por debajo del nivel de lesión medular, indicando procesos plásticos a nivel espinal.

III) Reflejo del parpadeo en esclerosis múltiple. Cabib *et al.* (2014) desarrollan un método de análisis de las respuestas reflejas de parpadeo que permite evaluar cambios de excitabilidad en lesiones corticales.

IV) Tiempo de reacción en esclerosis múltiple. Cabib *et al.* (2015) muestran alteraciones en la programación del movimiento en enfermos con esclerosis múltiple sin evidencia de alteraciones clínicas.

3) Contribuciones al tratamiento y modificación de la funcionalidad en lesión medular o daño cerebral

I) Utilidad de la vibración en el tratamiento de la lesión medular e ictus. Murillo *et al.* (2014) presentan una revisión del tema que resulta de ayuda para el tratamiento rehabilitador.

II) Efectos de la estimulación magnética cerebral repetitiva sobre los trastornos de la marcha en lesión medular crónica. Kumru *et al.* (2013) ponen de manifiesto la mejoría de la marcha con estimulación magnética repetitiva antes del entrenamiento con sistemas robóticos.

III) Efectos de la estimulación cerebral no invasiva sobre la espasticidad en enfermedades neurológicas. Gunduz *et al.* (2014) muestran la mejoría según escalas clínicas de la espasticidad en enfermos con lesiones medulares.

IV) Definición de las guías clínicas para la estimulación magnética cerebral repetitiva. Lefaucheur *et al.* (2014) publican una revisión exhaustiva del efecto beneficioso de la estimulación cerebral no invasiva en enfermedades neurológicas.

4) Hallazgos colaterales

I) Hiperalgnesia térmica y mecánica en pacientes con secuelas de poliomielitis. Kumru *et al.* (2013) poseen de manifiesto que los pacientes con atrofia muscular como consecuencia de poliomielitis presentan hiperalgnesia en la zona más atrófica.

II) Síndrome de piernas inquietas en pacientes con secuelas de poliomielitis. Kumru *et al.* (2014) muestran que los pacientes con secuelas de poliomielitis pueden presentar un síndrome de piernas inquietas. Reconocer esta entidad puede evitar gastos innecesarios al sistema de Salud.

III) Síndrome de piernas inquietas en pacientes con lesión medular. Kumru *et al.* (2015) muestran que los pacientes con lesión medular pueden presentar un síndrome de piernas inquietas. Reconocer esta entidad puede evitar gastos innecesarios al sistema de Salud.

IV) Potenciales evocados y pruebas cuantitativas de sensibilidad para caracterizar el dolor neuropático en pacientes con lesión medular. Kumru *et al.* (2013) muestran que los pacientes con lesiones medulares presentan sensibilización de niveles supralesionales a la estimulación térmica.

3. Aplicaciones prácticas de los resultados

El aspecto más relevante de los datos obtenidos en nuestra investigación es el incremento del conocimiento sobre funciones del sistema nervioso en el organismo humano, incidiendo en el comportamiento motor y procesamiento sensitivo. Nuestros hallazgos no han sido unos hallazgos lineales, sino más bien una variedad de pequeñas

aportaciones al conocimiento en diferentes temas e innovaciones en algunos aspectos del funcionamiento motor y sensitivo del organismo humano. Lo que convierte en homogénea nuestra investigación y donde se realizan aportaciones de aplicación práctica en el futuro es en el conocimiento de la fisiopatología de las enfermedades neurológicas.

Algunos hallazgos tendrán más aplicación práctica que otros, pero esto solo se sabrá en el futuro, cuando otros investigadores puedan usar los hallazgos referidos en nuestros resultados como base para sus propios proyectos de investigación.

4. Publicaciones

1: Serranová T, Jech R, Martí MJ, Modreanu R, Valldeoriola F, Sieger T, Růžička E, Valls-Solé J.

A loud auditory stimulus overcomes voluntary movement limitation in cervical dystonia.
PLoS One. 2012;7(10):e46586.

2: Castellote JM, Queralt A, Valls-Solé J.

Preparedness for landing after a self-initiated fall.
J Neurophysiol. 2012 Nov;108(9):2501-8.

3: Kumru H, Soler D, Vidal J, Navarro X, Tormos JM, Pascual-Leone A, Valls-Solé J.

The effects of transcranial direct current stimulation with visual illusion in neuropathic pain due to spinal cord injury: An evoked potentials and quantitative thermal testing study.

Eur J Pain. 2013 Jan;17(1):55-66.

4. Castellote JM, Van den Berg ME, Valls-Solé J.

The StartReact effect on self-initiated movements.

Biomed Res Int. 2013;2013:471792. doi: 10.1155/2013/471792.

5. Medici C, Barraza G, Castillo CD, Morales M, Schestatsky P, Casanova-Mollà J, Valls-Sole J.
Disturbed sensory perception of changes in thermoalgesic stimuli in patients with small fiber neuropathies.
Pain. 2013 Oct;154(10):2100-7.
6. Kumru H, Benito J, Murillo N, Valls-Sole J, Valles M, López-Blázquez R, Costa U, Tormos JM, Pascual-Leone A, Vidal J.
Effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on motor and gait improvement in incomplete spinal cord injury patients.
Neurorehabilitation Neural Repair. 2013;27:421-429
7. Kumru H, Portell E, Martí M, Albu S, Tormos JM, Vidal J, Valls-Sole J.
Mechanical and thermal hyperalgesia in patients with poliomyelitis.
Clin Neurophysiol. 2013;124:1431-1438.
8. Kofler M, Valls-Solé J, Vasko P, Boček V, Stetkárová I.
Influence of limb temperature on cutaneous silent periods.
Clin Neurophysiol. 2014 Feb 4. pii: S1388-2457(14)00054-6.
doi: 10.1016/j.clinph.2014.01.018.
9. Westgeest A, Morales M, Cabib C, Valls-Sole J.
The effects of transcranial direct current stimulation on conscious perception of sensory inputs from hand palm and dorsum.
Eur J Neurosci. 2014;40:3818-3827.
10. Cabib C, Llufríu S, Martínez-Heras E, Saiz A, Valls-Solé J.
Abnormal control of orbicularis oculi reflex excitability in multiple sclerosis.
PLoS One. 2014 Aug 1;9(8):e103897.
11. Lefaucheur JP, André-Obadia N, Antal A, Ayache SS, Baeken C, Benninger DH, Cantello RM, Cincotta M, de Carvalho M, De Ridder D, Devanne H, Di Lazzaro V, Filipović SR, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Kimiskidis VK, Koch G, Langguth B, Nyffeler T, Oliviero A, Padberg F, Poulet E, Rossi S, Rossini PM, Rothwell JC, Schönfeldt-Lecuona

C, Siebner HR, Slotema CW, Stagg CJ, Valls-Sole J, Ziemann U, Paulus W, Garcia-Larrea L.

Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS).

Clin Neurophysiol. 2014;125:2150-206.

12. Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H.

Focal vibration in neurorehabilitation.

Eur J Phys Rehabil Med. 2014;50:231-242.

13. Kumru H, Schubert M, Benito J, Opisso E, Vidal J.

Reappearance of sympathetic skin response below a thoracic level-9 complete spinal cord injury.

Auton Neurosci. 2014;181:90-93.

14. Kumru H, Portell E, Barrio M, Santamaria J.

Restless legs syndrome in patients with sequelae of poliomyelitis.

Parkinsonism Relat Disord. 2014;20:1056-1058.

15. Gunduz A, Kumru H, Pascual-Leone A.

Outcomes in spasticity after repetitive transcranial magnetic and transcranial direct current stimulations.

Neural Regen Res. 2014;9:712-718.

16. Kumru H, Albu S, Valls-Sole J, Murillo N, Tormos JM, Vidal J.

Influence of spinal cord lesion level and severity on H-reflex excitability and recovery curve.

Muscle Nerve. 2015;52:616-622.

17. Kumru H, Vidal J, Benito J, Barrio M, Portell E, Valles M, Flores C, Santamaria J.

Restless leg syndrome in patients with spinal cord injury.

Parkinsonism Relat Disord. 2015;21:1461-1464.

18. Cabib C, Llufríu S, Casanova-Molla J, Saiz A, Valls-Solé J.
Defective sensorimotor integration in preparation for reaction time tasks in patients with multiple sclerosis.
J Neurophysiol. 2015;113:1462-1469.
19. Brum M, Cabib C, Valls-Solé J.
Clinical Value of the Assessment of Changes in MEP Duration with Voluntary Contraction.
Front Neurosci. 2016 Jan 11;9:505. doi: 10.3389/fnins.2015.00505.
20. Kumru H, Murillo N, Benito-Penalva J, Tormos JM, Vidal J.
Transcranial direct current stimulation is not effective in the motor strength and gait recovery following motor incomplete spinal cord injury during Lokomat(®) gait training.
Neurosci Lett. 2016;620:143-147.